نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۴۰۰، ص. ۳۹۴-۳۷۹

Journal of Water and Soil
Vol. 35, No. 3, Jul.-Agu. 2021, p. 379-394

مقاله پژوهشی

مطالعه ژنتیکی و میکرومورفولوژی خاک‌های واقع بر سطوح مختلف ژئومورفیک در پلایای جازموریان

صالح سنجری[۱]- محمدهادی فرپور[۲*]- مجید محمودآبادی[۳]- سعید برخوری[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۰۹

چکیده

پلایا یکی از شکل‌های اراضی مهم در مناطق خشک بوده و سطح زیادی را در این مناطق به خود اختصاص داده است. این شکل اراضی از سطوح مختلف ژئومورفیک تشکیل شده است. هدف از انجام این پژوهش بررسی خصوصیات فیزیکی-شیمیایی، طبقه‌بندی (براساس دو سامانه آمریکایی (۲۰۱۴) و جهانی (۲۰۱۵)) و میکرومورفولوژی خاک‌های واقع در سطوح مختلف ژئومورفیک پلایای جازموریان بود. سطوح مسطح رسی-سدیمی، مسطح رسی، فن دلتا، نوار مرطوب، مسطح رسی پف‌کرده و پوسته نمکی طی مطالعات صحرایی و بررسی‌های تصاویر گوگل، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های توپوگرافی شناسایی شدند. بر روی هر واحد ژئومورفیک یک یا چند خاکرخ حفر، تشریح و پس نمونه‌برداری تحت آزمایش‌های معمول قرار گرفتند. نتایج مطالعه نشان داد که میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک‌ها در محدوده ۰/۵ تا ۲۲۲/۲ دسی زیمنس بر متر متغیر است، که کمترین و بیشترین میزان هدایت الکتریکی به ترتیب مربوط به سطوح ژئومورفیک فن دلتا و پوسته نمکی می‌باشد. بلورهای عدسی شکل گچ و پوشش رس در این پلایا شناسائی شدند. پوشش رس مشاهده شده در این منطقه، نوعی متفاوت از پوشش رس می‌باشد که تحت اثر پراکنندگی سدیم تبادلی ایجاد شده است. نام‌گذاری خاک‌ها، نشان از مزیت طبقه‌بندی جهانی نسبت به رده‌بندی آمریکایی می‌باشد به نحوی که خاک‌های شور و خاک‌های شور و سدیمی را به خوبی از یکدیگر تفکیک کرده و در دو گروه مرجع مختلف سولونتز و سولونچاک قرار می‌دهد، در حالی که رده‌بندی آمریکایی خاک‌ها را فقط در زیررده سالیدز قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: پوشش رس، خاک شور، رده‌بندی آمریکایی، ژئومورفولوژی، طبقه‌بندی جهانی

مقدمه

پلایا یکی از زمین‌نماهای مهم مناطق خشک است که حدود یک درصد کل خشکی‌ها را پوشش می‌دهند و مورد علاقه و پژوهش خاک‌شناس‌ها و ژئومورفولوژیست‌ها می‌باشد (۹). رُزن (۲۴) پلایا را به‌عنوان یک حوضه درون قاره‌ای معرفی می‌کند که حساس به تغییرات اقلیمی است. با توجه به اینکه پلایا در مناطق خشک و بیابانی منشأ ریزگرد می‌باشد، لذا شناسایی خاک آن‌ها برای تبدیل به منشأ ریزگرد حائز اهمیت است.

فرآیندهای تشکیل خاک ارتباط نزدیکی و متقابلی با اشکال اراضی و فرآیندهای ژئوموفیک دارد. تعادل بین پیدایش خاک و پیدایش اشکال اراضی نشان‌دهنده اصول اساسی ژئومورفولوژی خاک یا ژئوپدولوژی است (۲۸ و ۳۴). مقبلی و همکاران (۱۷)، طی مطالعه ارتباط خاک و لندسکیپ در منطقه خشک فاریاب در استان کرمان بیان داشتند که با حرکت از لندفرم های مخروط‌افکنه و تپه به سمت اراضی پست، بافت خاک سنگین‌تر، ظرفیت تبادل کاتیونی، ماده آلی، کربنات کلسیم معادل، هدایت الکتریکی، پ‌هاش و میزان سدیم جذبی بیشتر اما میزان گچ کمتر می‌شود.

یکی از تکنیک‌ های مهم و حتی شاید ضروری در مطالعه‌ی خاک‌ها که توسط اکثر محققین به‌کار می‌رود، مطالعات میکرومرفولوژی می‌باشد. ویژگی‌های میکرومورفولوژی همراه با سایر

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و استادان، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(*- نویسنده مسئول: Email: farpoor@uk.ac.ir)
۴- استادیار مهندسی طبیعت، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت

DOI: 10.22067/jsw.2021.67332.0

ویژگی‌های خاک اطلاعات مهمی را برای بازسازی فرآیندهای تشکیل و شرایط محیطی خاک‌های مدفون، پلی‌ژنتیک و مدفون فراهم می‌کند (۱۴). خرمالی و همکاران (۱۵) در مطالعه‌ی میکرومرفولوژیکی افق آرجیلیک خاک‌های شور و سدیمی، نوع متفاوتی از پوسته‌های رسی را مشاهده کردند که در معرض سدیم بالا قرار داشتند. اغلب این پوسته‌ها به‌صورت قطعات پراکنده مشاهده گردیدند و به‌نظر می‌رسد که پوسته‌ها از نوع رس درشت تشکیل شده باشند. این نوع پوسته‌های رسی، ویژه‌ی افق‌های ناتریک می‌باشند که رس درشت در اثر انتشار توسط یون سدیم، حرکت و تجمع می‌یابد. همچنین، قاسم زاده و همکاران (۹) در مطالعه میکروموروفولوژی خاک‌های حاشیه پلایای بجستان عوارض خاکساز پوشش رس، نادول کلسیت و فرم‌های عدسی شکل گچ را گزارش کردند. فرپور و همکاران (۶) طی مطالعه ارتباط خاک-ژئومورفولوژی در پلایای سیرجان-جنوب ایران مرکزی، پوشش و پرشدگی آهک را در شکل اراضی پدیمنت و عوارض خاکساز بلورهای عدسی شکل و صفحات درهم قفل شده گچ را در اشکال اراضی دشت دامنه‌ای و پلایا گزارش کردند. آنان پوشش و پرشدگی رس را در دشت دامنه‌ای به اقلیم مرطوب‌تر گذشته نسبت دادند. سرمست و همکاران (۲۷) طی مطالعه میکرومورفولوژی خاک‌های ایران مرکزی در سطوح مختلف ژئومورفیک، عوارض خاکساز رس (پوشش)، کلسیت (نادول، پوشش، کوازی کوتینگ و پرشدگی)، انهیدریت (نادول)، گچ (عدسی شکل، کرمی شکل و صفحات در هم قفل شده) و هالیت (پوشش) را گزارش کردند.

برای مدیریت و استفاده بهینه از خاک، نیاز به طبقه‌بندی درست خاک‌ها و شناسایی ویژگی‌های اصلی آن‌ها می‌باشد. دو سامانه رده‌بندی آمریکایی[1] و طبقه‌بندی جهانی[2] به طور وسیع برای نام‌گذاری خاک‌ها در ایران (۴) و بیشتر کشورهای جهان (۸) استفاده می‌شوند. بنابراین، طبقه‌بندی خاک‌ها به روش آمریکایی و جهانی، دو شیوه‌ی معمول می‌باشند که هر دو از مقبولیت عمومی برخوردار هستند اما سامانه طبقه‌بندی جهانی از قابلیت خوبی در نام‌گذاری خاک‌ها برخوردار است. اولیایی و همکاران (۲۳) طی مطالعه خاک‌های مناطق نیمه‌خشک جنوب غربی ایران، زیر گروه کلسیک جیپسیک هپلویوستالفز را برای زیررده یوستالفز از سامانه رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) گزارش کردند. در مجموع، تفاوت در سطوح طبقه‌بندی و تعداد گروه‌های خاک در بالاترین سطح، تفاوت در تعریف افق‌های با خصوصیات مشخصه مشابه، و تأکید بیشتر بر رژیم‌های حرارتی و رطوبت خاک در سامانه رده‌بندی آمریکایی در مقایسه با سامانه طبقه‌بندی جهانی از جمله بیشترین دلایل همبستگی اندک بین این دو سیستم طبقه‌بندی می‌باشد (۴). سنجری و همکاران (۲۶) در طبقه‌بندی خاک‌های خشک و فراخشک منطقه ایرانشهر-دلگان بیان کردند که سامانه طبقه‌بندی جهانی برای تفسیر خاک‌های شور، سدیمی، گچی، آهکی و جوان، به‌دلیل استفاده از توصیف‌کننده‌های مختلف در انعکاس خصوصیات خاک‌ها کارایی بیشتری نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی دارد.

اطلاعات محدودی در مورد خصوصیات ژنتیکی خاک‌های پلایای جازموریان موجود است. در واقع تنها اطلاعات این حوضه به مطالعه کرینزلی (۱۶) بر روی پلایاهای ایران بر می گردد که سعی کرد سطوح ژئومورفیک پلایای جازموریان را بر اساس تفسیر عکس های هوایی (البته عدم حضور در منطقه و عدم ارتباط این سطوح با خاک) جدا نماید. پژوهش حاضر برای دست‌یابی به این هدف‌ها صورت پذیرفت: ۱). بررسی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکرومرفولوژی خاک‌های پلایای جازموریان در ارتباط با سطوح مختلف ژئومورفیک؛ ۲). نام‌گذاری خاک‌ها بر اساس دو سامانه طبقه‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) و جهانی (۲۰۱۵).

مواد و روش‌ها

مطالعات صحرایی

پلایای جازموریان بخش مهمی از حوضه جازموریان می‌باشد که در دو استان کرمان و سیستان و بلوچستان واقع شده است (شکل ۱). این پلایا یک فروافتادگی خشک‌زائی مربوط به اواخر پلیوسن می‌باشد (۱۹)، که در ارتفاعی در حدود ۳۶۰ متر از سطح دریا واقع شده و دارای ۶۵ کیلومتر طول و ۴۵ کیلومتر عرض است. این منطقه در حدفاصل طول‌های جغرافیایی 58° تا 60° شرقی و عرض‌های جغرافیایی 27° تا 28° شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). مساحت آن در حدود ۳۷۷۵ کیلومتر مربع یا پنج درصد از سطح کل آبریز جازموریان می‌باشد. این پلایا از هر طرف توسط رشته کوه‌هایی احاطه‌شده که ارتفاع آن‌ها به ۳۰۰۰-۱۰۰۰ متر از سطح دریا می‌رسد. از شمال توسط رشته کوه‌های آذرین جبالبارز، ارتفاعات غربی توسط سنگ‌های آذرین نفوذی و بیرونی، حد شرقی آن سنگ‌های گسل‌خورده دوره میوسن مرکب از سنگ‌های تبخیری متعلق به تشکیلات قرمز بالایی و در حاشیه جنوبی آن آمیزه‌های رنگی مکران قرار دارند (۱۸). جدول ۱ ویژگی‌های اقلیمی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های منطقه به ترتیب اریدیک و هایپرترمیک است (۱)، که البته به صورت موضعی رژیم رطوبتی آکوئیک نیز مشاهده گردید.

1- Soil Taxonomy

2- World Reference Base; WRB

جدول ۱- ویژگی‌های محیطی چهار منطقه مطالعاتی
Table 1- Environmental characteristics of four sites under study

مناطق مطالعاتی Study areas	ارتفاع از سطح دریا Elevation above sea level (asl) (m)	مختصات جغرافیایی Geographical coordinates: طول جغرافیایی Longitude	مختصات جغرافیایی Geographical coordinates: عرض جغرافیایی Latitude	مانگین دمای سالیانه (°C) Mean annual temperature	میانگین بارندگی سالیانه (mm) Mean annual precipitation
رودبارجنوب Roodbar-e-Jonoob	490	57° 59'	28° 2'	26	82
قلعه گنج Ghaleganj	410	57° 52'	27° 31'	27	105
دلگان Dalgan	390	59° 27'	27° 28'	29.9	101.7
ایرانشهر Iranshahr	570	60° 41'	27° 12'	28.9	106.6

رودخانه‌های اصلی آن شامل؛ هلیل‌رود که بزرگترین این رودخانه هاست، از ارتفاعات استان کرمان (حجم آب این رودخانه بستگی به ذوب شدن برف‌های انباشته شده در ارتفاعات بافت و رابر و ریزش باران دارد) به دریاچه جازموریان ختم‌شده و شور نیست. رود بمپور از ارتفاعات ایرانشهر سرچشمه گرفته و از سازندهای تبخیری شرق منطقه عبور می‌کند و به دریاچه مرکزی ختم می‌شود که دارای املاح بیشتری نسبت به رودخانه هلیل‌رود می‌باشد (شکل ۱). براساس مطالعات صحرایی و بررسی‌های تصاویر گوگل، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های توپوگرافی این پلایا به سطوح ژئومورفیک؛ مسطح رسی، مسطح رسی-سدیمی، مسطح رسی پف کرده، پوسته نمکی، منطقه مرطوب، فن دلتا و دریاچه موقت تفکیک گردید (شکل ۱ و ۲). از مجموع ۲۱ خاکرخ حفر شده در سطوح مختلف ژئومورفیک منطقه مطالعاتی، هشت خاکرخ شاهد به منظور پوشش حداکثری تغییرات خاک مورد توصیف (۲۹) و نمونه‌برداری قرار گرفتند. شکل ۱ موقعیت خاکرخ‌های شاهد را نشان می‌دهد.

بررسی‌های آزمایشگاهی

نمونه خاک‌های هوا خشک شده و کوبیده شده، از الک دو میلی‌متر عبور داده شدند و ذرات درشت (ذرات بزرگتر از دو میلی‌متر) تعیین گردید (۳۲). در این تحقیق برای بررسی توزیع اندازه ذرات خاک از روش پیپت (۷) استفاده گردید. به ترتیب از دستگاه پ‌هاش‌متر و هدایت‌سنج الکتریکی مدل جِن‌وی برای اندازه‌گیری پ‌هاش خمیر اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک استفاده شد. برای اندازه‌گیری گچ از روش ترسیب با استون (۲۰) استفاده شد. اندازه گیری کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی (۲۰) انجام شد. کربن آلی به روش والکی-بلک اندازه‌گیری شد (۲۱). به‌منظور تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی از جایگزینی استات سدیم توسط استات آمونیوم در pH=7 استفاده شد (۲). مقدار عددی نسبت جذبی سدیم، با استفاده از مقادیر سدیم، کلسیم و منیزیم محلول ($mmol_{(+)}$ L^{-1}) و بر اساس معادله ذیل محاسبه شد:

$$SAR=Na/(\sqrt{[(Ca^{2+}+Ma^{2+})/2]}$$

در نهایت، از دو سیستم طبقه‌بندی آمریکایی (اداره شناسایی خاک آمریکا، ۲۰۱۴) و جهانی (کارگروه انجمن بین المللی علوم خاک، ۲۰۱۵) برای نام‌گذاری خاک‌های منطقه مورد مطالعه استفاده گردید.

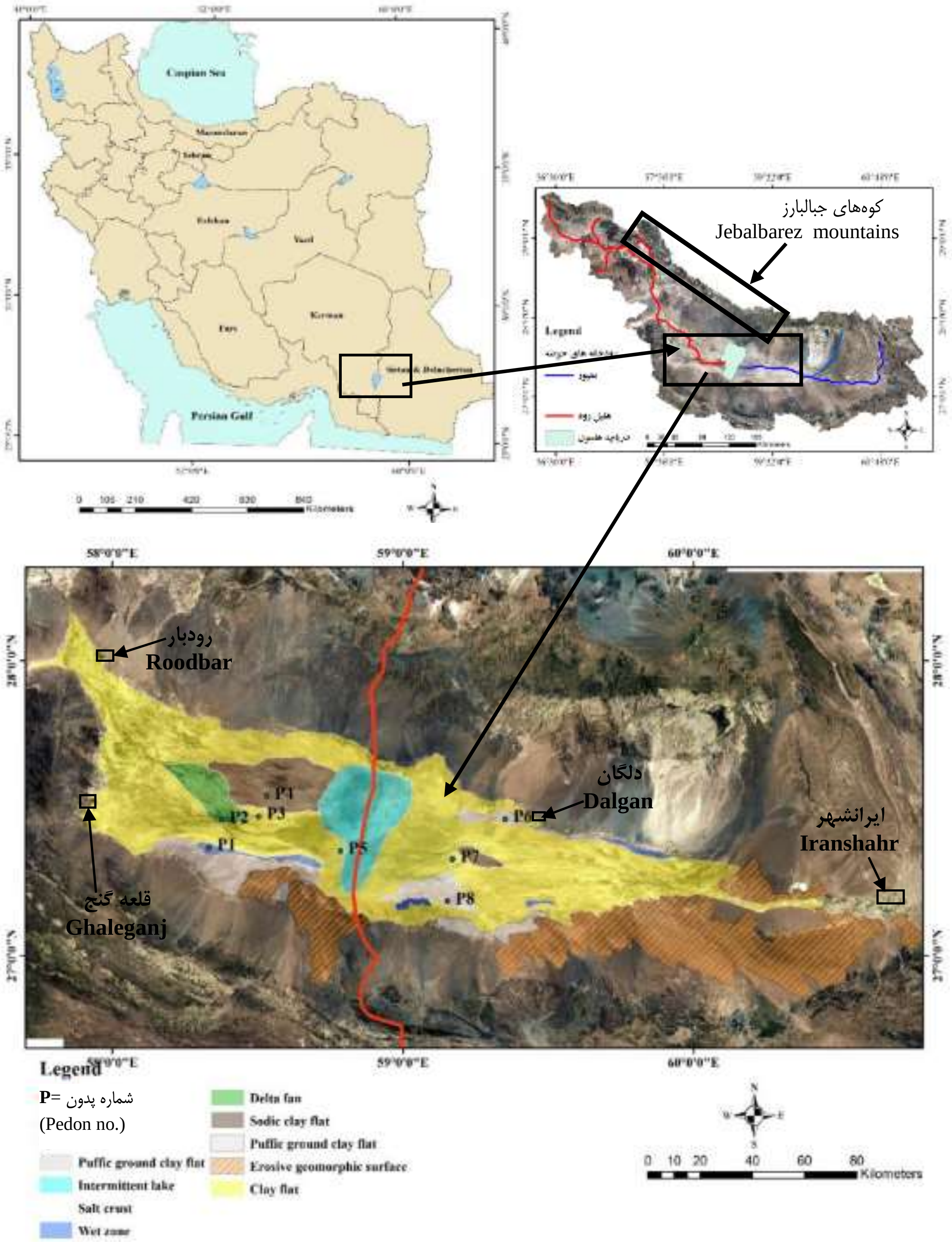
به منظور انجام مطالعات میکرومورفولوژی، کلوخه‌های دست‌نخورده با استفاده از رزین سه‌جزئی وستاپول[1] و تحت مکش، تلقیح و در شرایط هوای آزاد سخت و خشک شدند. در نهایت تفسیر مقاطع نازک تهیه‌شده، توسط میکروسکوپ پلاریزان مدل BK-POL در دو حالت نور پلاریزه‌ی صفحه‌ای (PPL) و متقاطع (XPL) بر اساس راهنمای استوپس (۳۳) صورت پذیرفت و از قسمت‌های مورد نظر عکسبرداری گردید.

نتایج

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

موقعیت سطوح مختلف ژئومورفیک پلایا در شکل‌های (۱ و ۲) نشان داده شده است. جدول ۲ برخی از خصوصیات مورفولوژیکی خاکرخ‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی این خاکرخ‌ها به همراه رده‌بندی آن‌ها بر اساس دو سامانه طبقه‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) و طبقه بندی جهانی (۲۰۱۵) در جدول ۳ ارائه شده است. جدول ۴ پیشنهادات ارائه شده طی تحقیق حاضر برای دو سیستم رده‌بندی را نشان می‌دهد. بافت خاک منطقه به طور کلی نیمه‌سنگین تا سنگین می‌باشد (جدول ۳).

1- Vestapool



شکل ۱- منطقه مطالعاتی، نقشه ژئومورفولوژی و موقعیت خاکرخ‌های شاهد

Figure 1- Study area, geomorphic map, and location of the representative pedons



منطقه مرطوب (Wet zone)



دلتا فن (Fan Delta)



سطوح مسطح رسی (Clay flat)



سطوح مسطح رسی–سدیمی (Sodic clay flat)





خاکرخ ۶، مسطح رسی پف کرده
(Pedon 6, Puffy ground clay flat)





خاکرخ ۸، پوسته نمکی
(Pedon 8, Salt crust)

شکل ۲- نمایی از سطوح مختلف ژئومورفیک در پلایای جازموریان
Figure 2- View of different geomorphic surfaces in Jazmoorian Playa

جدول ۲- برخی خصوصیات مورفولوژیکی خاکرخ‌های مورد مطالعه

Table 2- Selected morphological properties of studied pedons

افق Horizon	عمق Depth (cm)	مرز افق Boundaries[1]	رنگ Color: خشک Dry	رنگ Color: مرطوب Moist	پایداری Consistency[2]: خشک Dry	پایداری Consistency[2]: مرطوب Moist	ساختمان Structure[3]	جوشش Effervescence[4]	پوشش‌ها یا تجمعات Concentrations[5]
Pedon 1 Playa (wet zone) 370m above sea level									
Az	0-15	A, S	10YR 7/2	10YR 5/2	MH	FR	2m, sbk	SL, H2	FDS, TOT
Bzn	15-30	C, S	10YR 7/2	10YR 5/2	HA	FI	2m, sbk	SL, H2	FDS, TOT
Btnz1	30-45	C, S	10YR 7/2	10YR 5/2	VH	VFI	3m, cpr	SL, H2	FDS, TOT
Btnz2	45-95	C, S	10YR 7/2	10YR 5/2	VH	VFI	3m, cpr	SL, H2	FDS, TOT
Bzng1	95-125	G, S	10YR 7/2	10YR 5/2	HA	FI	m	SL, H2	FDS, TOT
Bzng2	125-170	-	10YR 7/2	10YR 5/2	HA	FI	m	SL, H2	FDS, TOT
Pedon 2 Playa (fan delta) 378m above sea level									
A	0-20	A, S	10YR 6/3	10YR 4/3	SH	VFR	1f, abk	SL, H2	FDC, TOT
C1	20-55	C, S	10YR 6/2	10YR 4/2	S	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
C2	55-85	C, S	10YR 7/3	10YR 4/3	SH	FR	2m, abk	SL, H2	FDC, TOT
C3	85-130	C, S	10YR 6/3	10YR 4/3	SH	VFR	1f, abk	SL, H2	FDC, TOT
C4	130-160	-	10YR 6/2	10YR 4/2	S	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
Pedon 3 Playa (clay flat) 364m above sea level									
A	0-20	A, S	10YR 7/3	10YR 5/3	MH	FR	1m, abk	SL, H2	FDC, TOT
C	20-60	C, S	7.5YR 6/2	7.5YR 5/2	S	L	1f, abk	SL, H2	FDC, TOT
2Cz	60-90	C, S	10YR 7/4	10YR 4/4	S	L	sg	SL, H2	FDS, TOT
3Btnzb1	90-120	C, S	10YR 7/4	10YR 4/4	HA	VFI	3m, cpr	SL, H2	FDS, TOT
3Btnzb2	120-150	-	10YR 6/3	10YR 4/3	HA	VFI	2m, cpr	SL, H2	FDS, TOT
Pedon 4 Playa (sodic clay flat) 368m above sea level									
Az	0-15	A, S	10YR 5/4	10YR 4/4	SH	VFR	1m, abk	SL, H2	FDS, TOT
Btnz	15-35	C, S	10YR 6/4	10YR 4/4	VH	VFI	2m, sbk	SL, H2	FDS, TOT
C	35-50	C, S	10YR 7/2	10YR 5/2	S	L	sg	SL, H2	FDS, TOT
2Bzn1	50-75	C, S	10YR 7/2	10YR 5/2	HA	VFI	1m, sbk	SL, H2	FDS, TOT
2Bzn2	75-110	C, S	10YR 6/3	10YR 4/3	HA	VFI	1m, sbk	SL, H2	FDS, TOT
2C	110-145	-	10YR 6/2	10YR 4/2	S	L	sg	SL, H2	FDS, TOT
Pedon 5 Playa (clay flat) 366m above sea level									
Az	0-30	A, S	10YR 6/3	10YR 5/3	VR	R	m	SL, H2	FDS, TOT
Bzn	30-70	G, S	10YR 6/2	10YR 4/2	VR	R	m	ST, H2	FDS, TOT
Bzng1	70-120	G, S	10YR 6/2	10YR 4/1	VR	R	m	SL, H2	FDS, TOT
Bzng2	120-200	-	10YR 6/2	10YR 5/1	VR	R	m	SL, H2	FDS, TOT
Pedon 6 Playa (puffy ground clay flat) 374m above sea level									
Azn	0-30	A, S	10YR 7/3	10YR 5/3	MH	VFI	m	SL, H2	m, 1, SAX, MAT
Bzn1	30-60	G, S	10YR 7/3	10YR 5/3	HA	FI	m	SL, H2	m, 1, SAX, MAT
Bzn2	60-90	G, S	10YR 7/3	10YR 5/3	HA	FI	m	SL, H2	m, 1, SAX, MAT
Bzn3	90-135	G, S	10YR 7/3	10YR 5/3	HA	FI	m	SL, H2	m, 1, SAX, MAT
Bzn4	135-155	-	10YR 7/3	10YR 5/3	HA	FI	m	SL, H2	m, 1, SAX, MAT
Pedon 7 Playa (clay flat) 367m above sea level									
Azn	0-30	A, S	10YR 7/3	10YR 5/3	MH	VFI	1m, abk	SL, H2	m, 1, SAM, MAT
Bzn	30-60	C, S	10YR 7/3	10YR 5/3	HA	FI	3m, abk	SL, H2	m, 1, SAM, MAT
Btnz	60-90	C, S	10YR 7/3	10YR 5/3	HA	FI	3m, sbk	SL, H2	m, 1, SAM, MAT
Bzn1	90-115	G, S	10YR 7/3	10YR 5/3	HA	FI	3m, sbk	SL, H2	m, 1, SAM, MAT
Bzn2	115-135	G, S	10YR 7/3	10YR 5/3	HA	FI	3m, sbk	ST, H2	m, 1, SAM, MAT
Bzn3	135-175	-	10YR 7/3	10YR 5/3	HA	FI	3m, sbk	SL, H2	m, 1, SAM, MAT
Pedon 8 Playa (salt crust) 367m above sea level									
Azn	0-30	A, S	10YR 7/3	10YR 5/3	MH	VFI	m	ST, H2	m, 1, SAX, MAT
Bzn1	30-60	G, S	10YR 7/3	10YR 5/3	HA	FI	m	ST, H2	m, 1, SAX, MAT
Bzn2	60-90	G, S	10YR 7/3	10YR 5/3	HA	FI	m	ST, H2	m, 1, SAX, MAT
Bzn3	90-120	G, S	10YR 7/3	10YR 5/3	HA	FI	m	ST, H2	m, 1, SAX, MAT
Bzn4	120-155	-	10YR 7/3	10YR 5/3	HA	FI	m	ST, H2	m, 1, SAX, MAT

[1] مرز (Boundary): تمایز distinctness (A: ناگهانی abrupt، C: واضح clear، G: تدریجی gradual)؛ توپوگرافی topography (S: صاف smooth).

[2] پایداری (Consistency): خشک dry (S: نرم soft، SH: کمی سخت slightly hard، MH: سختی متوسط moderately hard، HA: سخت hard، VH: خیلی سخت very hard، VR: خیلی سفت very rigid)؛ مرطوب moist (L: سست loose، VFR: خیلی‌شکننده very friable، FR: شکننده friable، FI: محکم firm، VFI: بسیار محکم ، R: سفت rigid).

[3] ساختمان (Structure): درجه grade (1: ضعیف weak، 2: متوسط moderate، ۳: قوی strong)؛ اندازه size (f: ریز fine، m: متوسط medium)؛ نوع type (abk: مکعبی زاویه‌دار angular blocky، sbk: مکعبی بدون زاویه sub angular blocky، cpr: ستونی columnar، sg: تک دانه single grain، m: توده‌ای massive).

[4] جوشش (Effervescence): کلاس class (sl: جوشش کم slightly effervescent)؛ عامل شیمیایی chemical agent (H2: اسید هیدروکلریدریک نرمال normal hydrochloric acid).

[5] میزان تجمعات (Concentrations): میزان quantity (m: زیاد many)؛ اندازه size (1: ریز fine)؛ نوع kind (FDC: کربنات‌های ریز نامشهود finely disseminated carbonates، FDS: نمک‌های ریز نامشهود finely disseminated salts ، SAM: توده‌های نمکی salt masses ، SAX: کریستال‌های نمکی salt crystals)؛ موقعیت location (MAT: در ماتریکس خاک in the matrix، TOT: سرتاسر متن خاک throughout).

جدول ۳- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکرخ‌های مورد مطالعه

Table 3- Selected physical and chemical properties of studied pedons

افق Horizon	عمق Depth (cm)	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	RF (%)	بافت خاک Textural Class	pH	ECe (dS m^{-1})	CCE (%) ≤2 mm	CCE (%) ≤0.002 mm	گچ Gypsum (%)	کربن آلی OC (%)	SAR (mmol l^{-1})$^{0.5}$	CEC (cmol kg^{-1})
Pedon 1 Playa (wet zone) 370m above sea level, USDA: Loamy, Mixed, Superactive, Hyperthermic Typic Aquisalids; WRB: Gleyic Salic Solonetz (Cutanic, Differentic, Episiltic, Hypernatric, Loamic, Ochric)														
Az	0-15	2.4	74.56	23.04	0	SiL	7.3	78.2	15.0	0.25	0.4	0.5	189.5	15.8
Bzn	15-30	8.4	70.56	21.04	0	SiL	7.5	57.3	16.0	ng	1.2	0.4	120.4	14.3
Btnz1	30-45	8.4	60.56	31.04	0	SiCL	7.5	57.1	15.5	ng	1.3	0.5	118.7	18.5
Btnz2	45-95	0.0	70.96	29.04	0	SiCL	8.2	43.3	15.5	ng	0.6	0.4	179.3	17.6
Bzng1	95-125	6.4	68.56	25.04	0	SiL	8.4	32.7	15.7	ng	0.6	0.3	151.7	13.7
Bzng2	125-170	30.4	48.56	21.04	0	L	8.1	30.2	17.0	ng	0.5	0.3	77.7	14.1
Pedon 2 Playa (fan delta) 378m above sea level, USDA: Loamy, Mixed, Superactive, Hyperthermic Typic Torrifluvents; WRB: Calcaric Orthofluvic Fluvisols (Pantoloamic, Aridic, Ochric)														
A	0-20	32.4	46.56	21.04	0	L	7.5	1.8	13.0	0.25	ng	0.2	4.0	11.4
C1	20-55	62.4	26.56	11.04	0	SL	7.9	0.5	14.0	ng	ng	0.1	2.7	9.2
C2	55-85	2.4	60.56	37.04	0	SiCL	8.3	1.2	16.7	ng	ng	0.1	8.5	19.6
C3	85-130	28.4	54.56	17.04	0	SiL	8.5	1.3	16.2	ng	ng	0.1	11.6	10.3
C4	130-160	50.4	36.56	13.04	0	L	8.4	1.0	14.7	ng	ng	0.2	7.3	9.7
Pedon 3 Playa (clay flat) 364m above sea level; USDA: Loamy, Mixed, Superactive, Hyperthermic Typic Torriorthents; WRB: Calcaric Regosols (Amphisiltic, Aridic, Epiloamic, Ochric, Raptic) Over Salic Solonetz (Clayic, Cutanic, Differentic, Ochric)														
A	0-20	8.4	64.56	27.04	0	SiCL	8.3	3.2	16.2	0.5	ng	0.3	14.0	16.7
C	20-60	20.4	70.56	9.04	0	SiL	7.7	11.1	16.5	ng	ng	0.1	44.4	6.5
2Cz	60-90	0.0	76.24	23.76	0	SiL	7.6	23.6	16.7	ng	ng	0.2	69.8	13.9
3Btnzb1	90-120	1.7	50.0	48.3	0	SiC	7.6	27.2	14.7	ng	ng	0.2	75.7	26.7
3Btnzb2	120-150	9.68	42.56	47.76	0	SiC	7.7	32.1	14.0	ng	ng	0.2	101.5	25.6
Pedon 4 Playa (sodic clay flat) 368m above sea level; USDA: Fine, Mixed, Active, Hyperthermic Typic Haplosalids; WRB: Salic Solonetz (Cutanic, Differentic, Epiclayic, Loamic, Ochric)														
Az	0-15	3.68	60.56	35.76	0	SiCL	7.3	202.0	12.7	ng	1.1	0.1	359.9	19.2
Btnz	15-35	0.0	46.24	53.76	0	SiC	7.0	108.1	13.2	ng	0.6	0.4	117.5	30.2
C	35-50	0.0	84.24	15.76	0	SiL	7.2	60.2	17.5	ng	0.2	0.2	62.0	10.8
2Bzn1	50-75	1.68	68.56	29.76	0	SiCL	7.1	87.4	16.2	ng	0.4	0.2	121.2	17.6
2Bzn2	75-110	13.68	60.56	25.76	0	SiL	7.5	58.1	16.5	ng	0.3	0.2	130.2	14.9
2C	110-145	9.68	78.56	11.76	0	SiL	7.9	24.5	18.2	ng	ng	0.1	111.9	7.2
Pedon 5 Playa (clay flat) 366m above sea level; USDA: Very fine, Mixed, Active, Hyperthermic Typic Aquisalids; WRB: Sodic Gleyic Solonchak (Calcaric, Chloridic, Gypsiric, Hypersalic, Ochric, Pantoclayic)														
Az	0-30	1.28	30.0	68.72	0	C	7.8	143.0	14.0	ng	0.4	0.5	213.8	36.2
Bzn	30-70	9.28	20.0	70.72	0	C	7.7	224.0	23.0	ng	3.5	0.7	376.1	37.9
Bzng1	70-120	11.28	18.72	70.0	0	C	8.0	120.0	16.0	ng	0.7	0.3	207.2	36.0
Bzng2	120-200	7.28	16.0	76.72	0	C	7.9	101.0	13.0	ng	3.4	0.5	315.1	40.2
Pedon 6 Playa (puffy ground clay flat) 374m above sea level; USDA: Fine, Mixed, Active, Hyperthermic Typic Haplosalids; WRB: Sodic Solonchak (Anoclayic, Calcaric, Chloridic, Gypsiric, Hypersalic, Ochric, Puffic)														
Az	0-30	0.4	47.3	52.3	0	SiC	8.3	92.7	11.5	ng	4.8	0.2	813.1	23.4
Bzn1	30-60	4.4	45.3	50.3	0	SiC	8.2	70.6	11.7	ng	4.3	0.2	485.6	27.3
Bzn2	60-90	0.0	67.7	32.3	0	SiCL	8.2	99.4	11.0	ng	1.7	0.3	704.2	23.4
Bzn3	90-135	0.4	59.3	40.3	0	SiC	8.3	69.8	13.0	ng	0.5	0.3	493.8	22.6
Bzn4	135-155	14.4	51.3	34.3	0	SiCL	8.2	49.5	13.0	ng	ng	0.2	318.6	20.0
Pedon 7 Playa (clay flat) 367m above sea level; USDA: Fine, Mixed, Active, Hyperthermic Typic Haplosalids; WRB: Salic Solonetz (Cutanic, Differentic, Endoclayic, Loamic, Ochric)														
Az	0-30	0.0	64.2	35.8	0	SiCL	7.2	92.7	13.5	ng	0.1	0.4	146.0	19.8
Bzn	30-60	0.0	62.2	37.8	0	SiCL	7.3	63.8	11.0	ng	0.5	0.3	45.7	20.9
Btnz	60-90	0.0	56.2	43.8	0	SiC	7.6	48.7	11.2	ng	0.3	0.3	92.1	24.2
Bzn1	90-115	0.0	58.2	41.8	0	SiC	7.7	43.5	14.0	ng	0.3	0.3	121.9	23.1
Bzn2	115-135	1.1	68.6	30.3	0	SiCL	8.4	34.3	15.0	ng	0.1	0.1	170.4	18.4
Bzn3	135-175	3.1	60.6	36.3	0	SiCL	8.4	31.8	13.2	ng	1.3	0.1	162.5	20.3
Pedon 8 Playa (salt crust) 367m above sea level; USDA: Fine, Mixed, Superactive, Hyperthermic Typic Haplosalids; WRB: Sodic Solonchak (Calcaric, Chloridic, Gypsiric, Hypersalic, Ochric, Pantoloamic)														
Az	0-30	3.8	64.6	31.6	0	SiCL	8.1	222.2	17.2	0.25	2.2	0.4	385.1	19.2
Bzn1	30-60	1.8	60.6	37.6	0	SiCL	8.2	138.4	18.0	ng	0.9	0.2	261.0	22.8
Bzn2	60-90	5.8	58.6	35.6	0	SiCL	8.0	78.1	15.5	ng	2.0	0.3	204.4	21.6
Bzn3	90-120	15.8	48.6	35.6	0	SiCL	8.0	51.4	15.5	ng	1.7	0.1	181.1	20.3
Bzn4	120-155	17.8	52.6	29.6	0	SiCL	8.0	35.6	15.0	ng	2.3	0.1	163.0	18.6

RF: ذرات درشت (rock fragments)؛ CCE: کربنات کلسیم معادل (calcium carbonate equivalent)؛ SAR: نسبت سدیم جذبی (sodium adsorption ratio)؛

CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی (cation exchange capacity)؛ ECe: هدایت الکتریکی خاک اشباع (electrical conductivity of soil saturated paste)

* ng: negligible (ناچیز)

بیشـترین میزان رس (حدود ۷۰ درصـد) در خاکرخ پنجم (سـطح مسطح رسی) که در مرکز این پلایا قرار دارد، مشاهده شد (جدول ۳). دلیل آن، قدرت حمل اندک رسـوبات توسـط دو رودخانه هلیل‌رود و بمپور در مرکز پلایا می‌باشـد. پ‌هاش خاک‌ها در محدوده ۷/۰ تا ۸/۵ گزارش شـد (جدول ۳). هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک‌ها منطقه در محـدوده ۰/۵ تـا ۲۲۲/۲ دسـی‌زیمنس بر متر بود. کمترین میزان هدایت الکتریکی مربوط به خاکرخ دوم می‌باشـد که مسـتقیماً متأثر از رودخانه هلیل‌رود اسـت. از سوی دیگر، بیشترین آن مربوط به خاکرخ هشـتم از سـطح ژئومورفیک پوسـته نمکی است، که متأثر از رودخانه بمپور و رسـوبات تبخیری شرق و جنوب شرق منطقه می‌باشد. میزان گچ در محدوده ناچیز تا ۴/۸ درصـد و میزان کربنات کلسیم معادل در محدوده ۱۱ تا ۲۳ درصـــد گزارش شـــد (جدول ۳). مقادیر کربن آلی خاک نیز با توجه به فقر پوشش گیاهی کم است (جدول ۳). نکته قابل توجه تغییرات میزان کربن آلی با عمق در تمامی خاک‌ها بود که بیانگر رسوبگذاری متوالی در دوره‌های مختلف می‌باشد. در خاک‌های منطقه دو افق سالیک و ناتریک مشاهده شد. مشاهده افق سالیک با توجه به سـازکار تشـکیل پلایا قابل توجیه می‌باشـد. هم‌چنین مشـاهده افق ناتریک را می‌توان به مقادیر بالای سدیم نسبت داد (جدول ۳). مقبلی و همکـاران (۱۷) و سـنجری و همکـاران (۲۵) به ترتیب در مناطق فـاریـاب و جیرفت واقع در اسـتان کرمان چنین نتیجه ای را گزارش کردند. پوشش رس پراکنده مشاهده شده در مطالعات میکرومورفولوژی نشان‌دهنده مطلب فوق است.

خصوصیات میکرومورفولوژی

طی مطـالعـه میکرومورفولوژی خـاک‌هـای پلایـای جـازموریـان عوارض خاک‌ساز پوشـش رس و بلورهای عدسی شکل گچ مشاهده شـدند (شـکل ۲). مطالعه میکرومورفولوژیک افق Btnz2 خاکرخ اول (شـکل ۲الف) و افق Btnz خاکرخ هفتم (شـکل ۲د) نوع متفاوتی از پوشـش رس را نشـان می‌دهد که در معرض سـدیم بالا ایجاد شـده اسـت. این نوع پوشـش‌های رسـی پراکنده، ویژه‌ی افق‌های ناتریک می‌باشـند که علت آن خصوصیت پراکنش‌دهندگی سدیم و نقش مهم آن در متلاشی کردن خاکدانه‌ها و در نتیجه انتقال سریعتر کلوئیدهای رسـی به اعماق خاک است (۱۵). نسبت جذب سطحی سدیم (بیش از ۱۳) زیاد این خاکرخ‌ها، نقش اقلیم خشک کنونی منطقه را در تشکیل این نوع پوشش‌های رسی تأیید می‌نماید. سنجری و همکاران (۲۵) در مطالعه خود در منطقه جیرفت چنین عارضه‌ای را گزارش کردند.

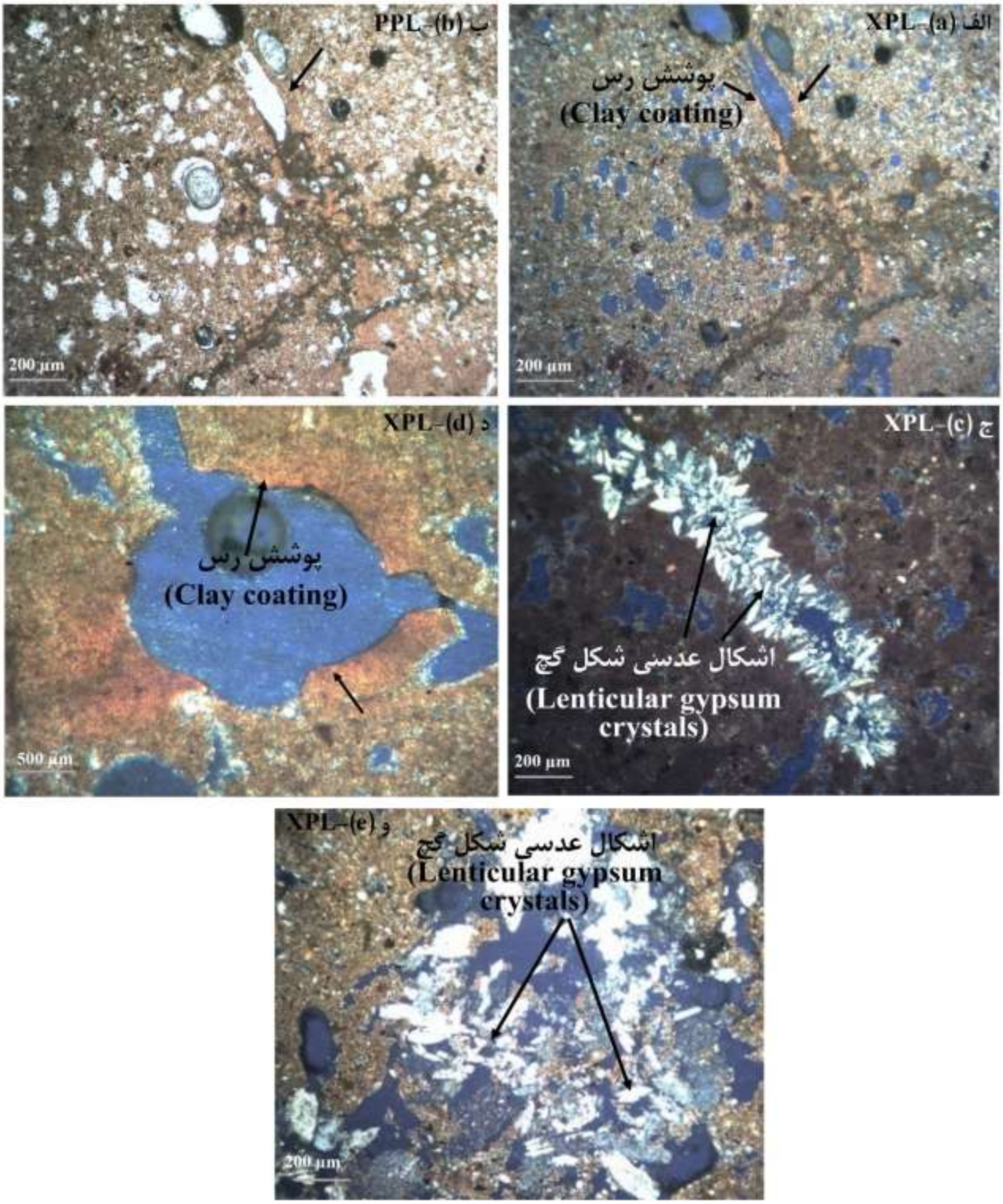
عارضـه خاک‌سـاز بلورهای عدسـی شکل گچ در افق 3Btnzb1 خاکرخ سـوم (شـکل ۲ج) و افق Bzn2 خاکرخ هشـتم (شـکل ۲و) مشاهده شد. جعفرزاده و بورنهام (۱۳) گزارش کردند که امکان تشکیل بلورهای عدسـی شـکل گچ در تمامی شرایط آب و هوایی وجود دارد. نویسـندگان این پژوهش تشـکیل این عارضـه را به منافذ کوچک با بافت ریز و شوری زیاد نسبت دادند (جدول ۳). بنابراین به‌نظر می‌رسد وجود کلرید سـدیم، با شـرایط فوق اشـباع محلول خاک با توجه به سـولفات کلسیم در منافذ ریز در طی دوره‌های طولانی مدت، می‌تواند در تشـکیل پدوفیچرهای عدسی شکل گچ در این سطوح ژئومورفیک کمـک کنـد. فرپور و همکـاران (۵) چنین نتیجه‌ای را برای خاک‌های گچی رفسـنجان گزارش کردند. هاشمی و همکاران (۱۰) معتقدند که حضـور کلرید سدیم منجر به دهیدراته شدن و جذب رطوبت از محیط اطراف شده، لذا به رشد بلورهای گچ کمک می کند.

طبقه‌بندی خاک‌ها و بررسـی کارایی دو سـامانه طبقه‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) و جهانی (۲۰۱۵)

خـاک هـای منطقـه بر اسـاس طبقه بندی آمریکایی در دو رده اریدی سولز و انتی سولز و در سه زیر رده سالیدز، فلوونتز و اُرتنتز و بر اسـاس طبقه بندی جهانی در چهار گروه مرجع سـولونتز، سولونچاک، فلوویسولز و رگوسولز طبقه بندی شدند (جدول ۳).

خاکرخ اول در سطح منطقه مرطوب پلایای جازموریان (شکل ۱) و در رژیم رطوبتی آکوئیک[1] قرار دارد. موقعیت این سطح ممکن است در گذشته تغییر کرده باشد و همچنین در آینده نیز موقعیت آن جابه‌جا شـود. صـعود موئینگی املاح در این ناحیه، باعث شـوری زیاد خاک سطحی شده است، ولی از آن‌جایی که رطوبت در این ناحیه زیاد است مانع از ایجاد سله‌های نمکی و سطوح پفکی شده است. رده‌بندی این خاک در سیستم رده‌بندی آمریکایی با توجه به رژیم رطوبتی آکوئیک به صـورت تیپیک آکوئی‌سـالیدز[2] و در سـامانه طبقه‌بندی جهانی به صـورت گلییک سـالیک سولونتز[3] نام‌گذاری گردید (جدول ۳). سیستم رده‌بنـدی آمریکـایی توجهی بـه افق نـاتریک در نام‌گذاری این خاک ندارد، بنابراین با توجه به بحث مدیریتی پیچیده خاک‌های سدیمی، به نظر می‌رسد سیستم رده‌بندی آمریکایی بایستی در رده‌بندی خاک‌های شـور و سـدیمی، به افق ناتریک توجه نماید. بنابراین با وجود اینکه رده‌بندی آمریکایی بر اساس محدوده‌کننده‌ترین عامل برای رشد ریشه گیاه (که در این خاکرخ شوری و آب زیرزمینی بالا می‌باشد)، رده‌بندی می‌کند اما توصـیه می‌شود با افزودن زیر گروه ناتریک آکوئی‌سالیدز[4]، خصوصیات این نوع خاک‌ها را بهتر نشان دهد.

1- Aquic moisture
2- Typic Aquisalids
3- Gleyic Salic Solonetz
4- Natric Aquisalids



شکل ۲- تصاویر مقاطع نازک الف و ب) پوشش رس در افق Btnz2 خاکرخ اول؛ ج) اشکال عدسی شکل گچ در افق 3Btnzb1 خاکرخ سوم؛ د) پوشش رس در افق Btnz خاکرخ هفتم؛ و) اشکال عدسی شکل گچ در افق Bzn2 خاکرخ هشتم

Figure 2- Thin sections of a and b) clay coatings in Btnz2 horizon, pedon 1 (XPL and PPL), c) lenticular forms of gypsum crystals in 3Btnzb1 horizon, pedon 3 (XPL), d) clay coating in Btnz horizon, pedon 7 (XPL), e) lenticular forms of gypsum crystals in Bzn2 horizon, pedon 8 (XPL)

خاکرخ شماره ۲ در سطح فن دلتا واقع شده است. بر اساس مطالعات میدانی این فلوویسول[1] دارای ذرات شن با توزیع ذرات متفاوت بوده، که متأثر از تغییرات رژیم رودخانه هلیل‌رود است. بنابراین تفاوت در توزیع اندازه ذرات این خاکرخ بیانگر ته‌نشینی رسوبات آبرفتی رودخانه هلیل‌رود در طی زمان‌ها و رژیم‌های رطوبتی متفاوت است. که این باعث توزیع نامنظم ذرات شن در این خاکرخ شده است. خاک این سطح بر عکس سایر سطوح ژئومورفیک پلایا فاقد شوری بود که با توجه به نحوه تشکیل فن دلتا و متأثر بودن از رودخانه هلیل‌رود (فاقد شوری و املاح)، چنین چیزی دور از انتظار نمی‌باشد. کاربری این اراضی مراتع متراکم می‌باشد. بر اساس دو سامانه طبقه‌بندی آمریکایی و جهانی این خاک به ترتیب به صورت تیپیک توری‌فلوونتز[2] و کلکریک اُرتوفلوویک فلوویسول[3] نام‌گذاری گردید (جدول ۳). با توجه به تنوع توصیف‌کننده‌ها برای تفسیر خاک‌های جوان، طبقه‌بندی جهانی کارایی بهتری نسبت به رده‌بندی آمریکایی دارد.

خاکرخ های سوم، پنجم و هفتم در سطح مسطح رسی قرار دارند. خاکرخ سوم از دو خاک جوان و مدفون تشکیل‌شده، که خاک متکامل مدفون دارای افق ناتریک و سالیک بود که توسط رسوبات اخیر پوشیده شده است و بر اساس معیارهای دو سامانه طبقه‌بندی به عنوان خاک مدفون[4] شناخته می‌شود. خاک مدفون زیرین در دستورالعمل تشریح خاک آمریکایی (۲۹) با پسوند b نشان داده می‌شود، اما این خاک حتی در سطح فامیل در سامانه رده‌بندی خاک آمریکایی (۲۰۱۴) ذکر نشده است. این در حالی است که در سامانه طبقه‌بندی جهانی، خاک مدفون با جزئیات طبقه‌بندی شده، و با کلمه over از خاک جوان رویین جدا می‌شود. در سامانه رده‌بندی آمریکایی فقط خاک مدفون آلی به عنوان زیرگروه "تَپتو-هیستیک[5]" استفاده می‌شود. به طور کلی به دلیل تمرکز سامانه رده‌بندی آمریکایی بر روی مناطق کشاورزی و مدیریت مناطق ریشه، غفلت از خاک‌های مدفون ممکن است قابل قبول باشد. اما با توجه به شواهد مشترک خاک‌های مدفون در ایران، استفاده از سامانه طبقه‌بندی جهانی در مقایسه با رده‌بندی آمریکایی توصیه می‌گردد، تا به خوبی مشخصات این خاک‌ها را نشان دهد. چنین پیشنهادی قبلاً توسط اسفندیارپور و همکاران (۳) در مقایسه رده‌بندی چنین خاک‌هایی با دو سامانه طبقه‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) و جهانی (۲۰۰۷) نیز ارائه شده است. از سوی دیگر، خاک جوان با افق‌های A و C یک خاک متأثر از رسوبات آبرفتی بوده و همچنین با وجود افق 2Cz یک خاک متأثر از رسوبات بادرفتی می‌باشد. همانگونه که در شکل ۱ مشخص است مناطق فعال فرسایش بادی (سطوح ژئومورفیک فرسایشی فعال) در بالادست این خاکرخ سبب رسوب ذرات خاک توسط باد در این لایه شده است. وجود این لایه در این خاکرخ به عنوان یک نتیجه از افزوده شدن توسط رسوبات بادی و نحوه توصیف این ویژگی در سیستم طبقه‌بندی جهانی از جنبه‌های جالب این رده‌بندی می‌باشد. این ویژگی با توصیف‌کننده اریدیک در سامانه طبقه‌بندی جهانی نشان داده شده است. از طرفی این انقطاع در عمق صفر تا ۱۰۰ سانتی‌متری از یک خاکرخ توسط توصیف‌کننده رپتیک[6] در برخی از گروه مرجع‌های خاک در سیستم طبقه‌بندی جهانی مشخص می‌شود. از سوی دیگر، این ناپیوستگی در سامانه رده‌بندی آمریکایی توسط انقطاع در نام‌گذاری افق‌ها مشخص شده است. نکته قابل تأمل دیگر در این خاکرخ، تعریف افق سالیک در سامانه طبقه‌بندی جهانی (میزان قابلیت هدایت الکتریکی حداقل ۱۵ دسی زیمنس بر متر و حاصلضرب ضخامت در میزان قابلیت هدایت الکتریکی بیشتر از ۴۵۰)، می‌باشد که پیشنهاد می‌شود این تعریف برای افق سالیک در رده‌بندی آمریکایی با توجه به نقشی که نمک در محدود کردن گیاه بازی می‌کند، نیز لحاظ گردد تا همبستگی بین این دو سامانه بیشتر شود (جدول ۴). سنجری و همکاران (۲۶) چنین تعریفی را برای افق سالیک به رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) پیشنهاد کردند.

خاکرخ پنجم دارای رژیم رطوبتی آکوئیک می‌باشد. در این خاکرخ بر خلاف خاکرخ سوم فقط افق سالیک مشاهده شد، اما افق ناتریک مشاهده نشد (جدول ۳). اگرچه میزان سدیم تبادلی بالا بود اما برخی از ویژگی‌های افق ناتریک در این خاک مشاهده نشد (جدول ۳). لذا بر اساس سامانه رده‌بندی آمریکایی فقط می‌توان حضور افق مشخصه سالیک را در سطح زیررده به نمایش گذاشت. این در حالی است که معادل آن در سامانه جهانی (نام کلاس با گروه مرجع و توصیف‌کننده‌ها) توانسته است علاوه بر این افق، حضور چشم‌گیر یون‌های سدیم و کلراید را نیز در نام کلاس این خاکرخ به نمایش گذارد. این خاک بر اساس دو سامانه طبقه‌بندی آمریکایی و جهانی به ترتیب به صورت تیپیک آکوئی‌سالیدز[7] و سودیک گلییک سولونچاک[8] نام‌گذاری گردید.

1- Fluvisoils
2- Typic Torrifluvents
3- Calcaric Orthofluvic Fluvisol
4- Buried soil
5- Tapto-Histic
6- Raptic
7- Typic Aquisalids
8- Sodic Gleyic Solonchak

جدول ۴- پیشنهادهای ارائه شده برای دو سامانه طبقه‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) و جهانی (۲۰۱۵)

Table 4- Suggestions for Soil Taxonomy (2014) and WRB (2015) systems

Pedon no.	Suggestions پیشنهادها	
	Soil Taxonomy (2014)	WRB (2015)
1	Natric Aquisalids	-
2	-	-
3	توجه به تعریف افق سالیک به مانند سامانه طبقه‌بندی جهانی Attention to the definition of the salic horizon similar to the WRB	-
4	Natrisalids	-
5	توجه به نوع نمک و میزان هدایت الکتریکی Attention to the salt type and the electrical conductivity amount	-
6	Puffic Haplosalids	-
7	Typic Natrisalids, Natric Haplosalids	-
8	Chloridic and Hypersalic diagnostic material	-

همانگونه که از نام‌گذاری این خاک در سیستم طبقه‌بندی جهانی مشخص است (جدول ۳)، این سامانه در نام‌گذاری خاک‌های شور به دلیل تنوع در توصیف‌کننده‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است. لذا توصیه می‌شود، سامانه رده‌بندی آمریکایی برای رده‌بندی خاک‌های شور به نوع نمک و میزان هدایت الکتریکی توجه نماید (جدول ۴).

از طرفی خاکرخ هفتم به دلیل دریافت املاح بیشتر از رودخانه بمپور دارای میزان املاح محلول بیشتری نسبت به خاکرخ سوم (واقع در استان کرمان و متأثر از رودخانه هلیل رود) دارد (جدول ۳). رده‌بندی این خاک در سامانه رده‌بندی آمریکایی به صورت تیپیک هپلوسالیدز[1] و در سامانه طبقه‌بندی جهانی به صورت سالیک سولونتز[2] می‌باشد. سامانه طبقه‌بندی جهانی اهمیت بیشتری برای افق ناتریک نسبت به افق سالیک در خاک‌های شور قائل شده است که این باعث کارایی بهتر طبقه‌بندی جهانی نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی در مدیریت این نوع خاک‌ها خواهد شد. بنابراین توصیه می‌شود در رده‌بندی جامع آمریکایی به اهمیت افق ناتریک نسبت به سالیک در خاک‌های شور توجه شود، هم‌چنین برای زیررده خاک‌های سالیدز، زیرگروه‌های تیپیک ناتری‌سالیدز (افق ناتریک در ۱۰۰ سانتی‌متری از سطح خاک) و ناتریک هپلوسالیدز (افق ناتریک در ۱۵۰ سانتی‌متری از سطح خاک) پیشنهاد می‌گردد (جدول ۴).

خاکرخ چهارم در اراضی مسطح رسی-سدیمی قرار دارد. هدایت الکتریکی در سطح خاک (۲۰۲ دسی‌زیمنس بر متر) بیشتر از عمق می‌باشد، که به تبخیر و حرکت رو به بالای املاح مربوط است. با توجه به شوری زیاد و سهم بالای سدیم از کاتیون های تبادلی، مقدار نسبت جذبی سدیم (SAR) در این موقعیت از ۱۳ بیشتر است (جدول ۳). بر اساس دو سامانه طبقه‌بندی آمریکایی و جهانی این خاک به ترتیب به صورت تیپیک هپلوسالیدز[3] و سالیک سولونتز[4] نام‌گذاری گردید. همانگونه که در تفسیر خاکرخ های فوق الذکر گفته شد، سامانه طبقه‌بندی جهانی توانسته است حضور توأم هر دو افق سالیک و ناتریک را در نام‌گذاری خاک وارد کرده، اما در سیستم رده‌بندی آمریکایی توجهی به افق ناتریک در خاک‌های شور نشده است. بنابراین گروه بزرگ ناتری‌سالیدز[5] برای زیررده سالیدز به رده بندی آمریکایی پیشنهاد می‌گردد (جدول ۴)، تا ضمن بهتر نشان دادن محدودیت اصلی، هماهنگی بیشتری با طبقه‌بندی جهانی ایجاد گردد.

خاکرخ ششم در اراضی مسطح رسی پف کرده واقع شده است. هدایت الکتریکی در این خاک بالا است که با افزایش عمق، روند کاهشی نشان می‌دهد (جدول ۳). شور بودن افق‌های سطحی را می‌توان به تبخیر آب از سطح این خاک نسبت داد. سطوح پف‌کرده حاوی نمک در سطح خاک های این موقعیت ژئومورفیک به‌دلیل همین سازوکار تشکیل شده است (۲۵). نام‌گذاری این خاک براساس سیستم رده بندی آمریکایی به صورت تیپیک هپلوسالیدز[6] و براساس سیستم جهانی به صورت سودیک سولونچاک[7] رده بندی شد. یکی از توصیف‌کننده‌های کلیدی که برای توصیف خاک‌هایی با سطح اراضی پف‌کرده در سامانه طبقه‌بندی جهانی به کار رفته، توصیف‌کننده پوفیک[8] می‌باشد. در مقابل، سامانه رده‌بندی آمریکایی برای نام‌گذاری خاک شور به چنین مشخصه‌ای توجه نکرده است، بنابراین با توجه به تنوع توصیف‌کننده‌های موجود در سیستم طبقه‌بندی جهانی برای خاک‌های شور، این سیستم کارایی بهتری دارد. لذا برای هماهنگ

1- Typic Haplosalids
2- Salic Solonetz
3- Typic Haplosalids
4- Salic Solonetz
5- Natrisalids
6- Typic Haplosalids
7- Sodic Solonchak
8- Puffic

کردن دو سـامانه طبقه‌بندی، پیشـنهاد می‌شـود در توصـیف چنین خاک‌هایی در سیستم رده‌بندی آمریکایی، زیرگروه پوفیک هاپلوسالیدز[1] اضـافه گردد (جدول ۴). نورایی (۲۲) نیز چنین زیرگروهی را به سامانه رده‌بندی آمریکایی (۲۰۰۶) پیشنهاد کرده است.

سـطح ژئومورفیک پوسته نمکی یکی دیگر از سطوح ژئومورفیک پلایا جازموریان می‌باشـد که فقط در قسمتی از کفه جازموریان که در اسـتان سیسـتان و بلوچستان واقع شده، قرار دارد. به نظر می‌رسد به دلیل بیشـتر بودن املاح رودخانه فصـلی بمپور اسـت. این رودخانه از ارتفاعات ایرانشـهر سرچشمه می‌گیرد و از سازندهای تبخیری شرق و جنوب شـرقی منطقـه عبور می‌کنـد، بنـابراین دارای املاح محلول بیشـتری نسـبت به رودخانه هلیل‌رود اسـت. از طرفی در این سـطح پلی‌گون‌های نمکی در سـطح با ضخامت کم نسبت با سایر پلایاهای ایران (مـانند پلایای سـیرجان، پلایای کویر لوت) مشـاهده گردید. خاکرخ هشـتم در این سـطح قرار دارد. بیشترین میزان املاح (۲۲۲/۲ دسـی‌زیمنس بر متر) در سـطح این خاک مشـاهده گردید (جدول ۳). طبقـه‌بنـدی جهـانی در نـام‌گـذاری این خـاکرخ، بـا توجـه بـه تنوع توصـیف‌کننـده‌هـایی مانند کلکریک[2]، کلریدیک[3]، جیپسـیریک[4] و هایپرسالیک[5] که در نام‌گذاری وارد شده است، از کارایی بهتری نسبت به رده‌بندی آمریکایی (که فقط در سـطح زیرگروه به صـورت تیپیک هپلوسالیدز[6] در نظر گرفته شده است) برخوردار است (جدول ۳). لذا به مانند خاکرخ پنجم توصـیه می‌شـود، سامانه رده‌بندی آمریکایی جهت نام‌گذاری خاک‌های شور به نوع نمک و میزان هدایت الکتریکی توجه نمـاید، بنابراین ویژگی کلریدیک و هایپرسـالیک (برای خاک‌هایی با شـوری بیشـتر از ۵۰ دسـی‌زیمنس بر متر) به عنوان مواد مشخصه به سیستم رده‌بندی آمریکایی پیشنهاد می‌گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشـان داد که میزان هدایت الکتریکی عصـاره اشـباع خاک‌ها در محدوده ۰/۵ تا ۲۲۲/۲ دسـی‌زیمنس بر متر متغیر است، که کمترین میزان هدایت الکتریکی مربوط به سطح ژئومورفیک فن دلتا متأثر از رودخانه هلیل‌رود می‌باشد. از سوی دیگر، بیشترین آن مربوط به سطح ژئومورفیک پوسته نمکی است که تحت تأثیر رودخانه بمپور و رسـوبات تبخیری شرق و جنوب شرقی منطقه می‌باشد. نتایج مطـالعـات میکرومورفولوژی خاک‌ها نشـان‌دهنده عوارض خاکسـاز پوشـش رس و بلورهای عدسـی شکل گچ می‌باشد. پوشش‌های رسی پراکنده در این پلایا، ویژه‌ی افق‌های ناتریک می‌باشـند که در اثر انتشار توسط یون سدیم ایجاد شده‌اند. از سوی دیگر، بلورهای عدسی شکل گچ، به منافذ کوچک با بافت ریز و شوری زیاد نسبت داده شدند. خاک‌های منطقه بر اساس طبقه‌بندی آمریکایی در دو رده اریدی‌سولز و انتی‌سولز و بر مبنای طبقه‌بندی جهانی در چهار گروه مرجع سولونتز، سـولونچاک، فلوویسـولز و رگوسـولز نام‌گذاری شـدند. نتایج حاصل از نام‌گذاری خاک‌ها نشـان‌دهنده این مطلب است، که سامانه طبقه‌بندی جهانی به خوبی خاک‌های شـور و خاک‌های شـور و سـدیمی را از یکدیگر تفکیک کرده در حالی که سـامانه رده‌بندی آمریکایی هر دو این خـاک‌ها را در زیر رده سـالیدز قرار می‌دهد. به منظور هماهنگی بیشـتر این دو سـامانه طبقه‌بندی پیشـنهاد می‌گردد که گروه بزرگ نـاتری‌سـالیـدز و زیر گروه‌هـای نـاتریـک آکوئی‌سـالیدز، ناتریک هپلوسـالیدز، تیپیک ناتری‌سـالیدز و پوفیک هپلوسـالیدز به سـامانه طبقه‌بندی آمریکایی اضافه گردد. در مجموع سامانه طبقه‌بندی جهانی به دلیل تنوع در استفاده از توصیف‌کننده‌ها، برای نام‌گذاری خاک‌های این منطقه کارایی بهتری نسبت به طبقه‌بندی آمریکایی دارد.

1- Puffic Haplosalids
2- Calcaric
3- Chloridic
4- Gypsiric
5- Hypersalic
6- Typic Haplosalids

منابع

1- Banaie M.H. 1998. Soil Moisture and Temperature Regimes Map of Iran. Soil and Water Research Institute of Iran, Iran.

2- Bower C.A., and Hatcher J.T. 1966. Simultaneous determination of surface area and cation exchange capacity. Soil Science Society American Journal 30: 525–527.

3- Esfandiarpour Borujeni I., Salehi M.H., Karimi A., and Kamali A. 2013. Correlation between soil taxonomy and World Reference Base for soil resources in classifying calcareous soils: (A case study of arid and semi-arid regions of Iran). Geoderma 197-198: 126-136.

4- Esfandiarpour-Borujeni I., Mosleh Z., and Farpoor M.H. 2018. Comparing the ability of Soil Taxonomy (2014) and WRB (2015) to distinguish lithologic discontinuity and an abrupt textural change in major soils of Iran. Catena 165: 63–71.

5- Farpoor M.H., Eghbal M.K., and Khademi H. 2003. Genesis and micromorphology of saline and gypsiferous Aridisols on different geomorphic surfaces in Nough area, Rafsanjan. Journal of Science & Technology of Agriculture & Natural Resources 7: 71–93. (In Persian with English abstract)

6- Farpoor M.H., Neyestani M., Eghbal M.K., and Esfandiarpour Borujeni I. 2012. Soil–geomorphology relationships in Sirjan playa, south central Iran. Geomorphology 138(1): 223–230.

7- Gee G.W., and Bauder J.W. 1986. Particle size analysis. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Agron. Monger, No Vol. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, pp. 388–409.

8- Gerasimova M.I. 2010. Chinese soil taxonomy: between the American and the international classification systems. Eurasian Soil Science 43(8): 945–949.

9- Ghasemzadeh M., Karimi A., Zeinadini A., and Khorassani R. 2017. Investigationof Clay Mineralogy, Micromorphology and Evolution of Soils in Bajestan Playa. Journal of Water and Soil 30(6): 2046-2059. (In Persian with English abstract)

10- Hashemi S.S., Baghernejad M., Owliaie H.R., and Najafi-Ghiri M. 2014. Effect of soil moisture regime on micromorphoogy of gypsum pedofeatures in soils of Fars province. Journal Water and Soil Conservation 21: 59-83.

11- IUSS Working Group WRB. 2007. World reference base for soil resources 2006, first update 2007. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.

12- IUSS Working Group WRB. 2015. World reference base for soil resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

13- Jafarzadeh A.A., and Burnham C.P. 1992. Gypsum Crystals in Soils. Soil Science 43: 409-421.

14- Kemp R.A., Tomas P.S., Sayago J.M., Debyshire E., King M., and Wagner L. 2003. Micromorphology OSL dating of the basalt part of the loess-paleosol sequence at La Mesuda in Tucuman province, northwest Argentina. Quaternary International 106–107: 111–117.

15- Khormali F., Abtahi A., Mahmoodi S., and Stoops G. 2003. Argillic horizon development in calcareous soils of arid and semiarid regions of southern Iran. Catena 53(3): 273–301.

16- Krinsley D.B. 1970. A Geomorphological and Paleoclimatological Study of the Playas of Iran. Geological Survey, United States Department of Interior, Washington DC, 227 pp.

17- Moghbeli M., Owliaie H.R., Sanjari S., and Adhami E. 2019. Genetic Study of Soil-Landscape Relationship in Arid Region of Faryab, Kerman Province. Journal of Water and Soil 33(2): 333-347. (In Persian with English abstract)

18- Mohammadi A. 2010. Sedimentology and sedimentary geochemistry of Jazmuriyan playa. Arid Biom Scientific and Research Journal 1(1): 68-78. (In Persian with English abstract)

19- Namaki L. 2003. Analysis of Makran aeromagnetic data, M.Sc.thesis, 88pp. University of Tehran, Institute of Geophysics.

20- Nelson R.E. 1982. Carbonate and Gypsum. P. 181-196. In: A. L. Page et al. (ed), Methods of Soil Analysis. Part II. 2nd ed., Agron. Monogar. No: 9. ASA and SSSA. Madison, WI.

21- Nelson D.W., and Sommers L.E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. p. 539-577. In: A. L. Page et al (Ed), Methods of Soil Analisis. Part II. 2nd ed., Agron. Monogar. No: 9. ASA and SSSA. Madison, WI.

22- Nooraee K. 2010. Soil Genesis and Classification in Sirch-Kaleshoor Toposequence, Loot Watershed, Kerman. MSc thesis. Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.

23- Owliaiea H.R., Adhami E., Najafi Ghiri M., and Shakeri S. 2018. Pedological Investigation of a Litho-Toposequence in a Semi-Arid Region of Southwestern Iran. Eurasian Soil Science 51(12): 1447–1461.

24- Rosen M.R. 1994. The importance of groundwater in playas: a review of playa classifications and the sedimentology and hydrology of playas. In: Rosen, M.R. (Ed.), Palaeoclimateand basin evolution of playa systems: Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 289: 1–18.

25- Sanjari S., Farpoor M.H., Eghbal M.K., and Esfandiarpoor Boroujeni I. 2011. Genesis, micromorphology and clay

mineralogy of soils located on different geomorphic surfaces in Jiroft area. Journal of Water and Soil 25(2): 411-425. (In Persian with English abstract)

26- Sanjari S., Farpoor M.H., Mahmoodabadi M., and Barkhori S. 2020. Comparison of Soil Taxonomy (2014) and WRB (2015) in classification of soils in Iranshahr and Dalgan Regions, Sistan and Baluchestan Province. Journal of Water and Soil 34(5): 1081-1091. (In Persian with English abstract)

27- Sarmast M., Farpoora M.H., Jafaria A., and Esfandiarpour Borujeni I. 2019. Tracing environmental changes and paleoclimate using the micromorphology of soils and desert varnish in central Iran. Desert 24(2): 331–353.

28- Schaetzel R., and Anderson S. 2005. Soils: Genesis and Geomorphology. Cambridge University Press, 817 pp.

29- Schoeneberger P.J., Wysocki D.A., Benham E.C., and Soil Survey Staff. 2012. Field book for describing and sampling soils. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

30- Soil Survey Staff. 2006. Keys to Soil Taxonomy. 10th., ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

31- Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 11th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

32- Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy. 12th. ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

33- Stoops G. 2003. Guidelines for the Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections. Madison, WI: Soil Science Society of America.

34- Zinck J.A. 2016. The geopelogic approach. In: Zinck, J.A., Metternicht, G., Bocco, G., De Valle, H.F. (Eds.), Geopedology: An integration of Geomorphology and Pedology for Soil and Landscape Studies. Springer, p. 556 https://doi.org/10.1007/978-3-319-19159-1.

Journal of Water and Soil
Vol. 35, No. 3, Jul.-Agu. 2021, p. 379-394

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۴۰۰، ص. ۳۹۴-۳۷۹

Genesis and Micromorphology of Soils Located on Different Geomorphic Surfaces in the Jazmoorian Playa

S. Sanjari[1]- M.H. Farpoor[2*]- M. Mahmoodabadi[3]- S. Barkhori[4]

Received: 29-12-2020
Accepted: 27-02-2021

Introduction: Playa, as an important geomorphic position in arid areas, covers about 1% of the continents and has attracted attention of soil scientists and geomorphologists. Soil genetic processes related to landforms and geomorphic processes are of great importance. Micromorphology is among necessary techniques in soil studies which has been used by several researchers. Micromorphological features together with other soil characteristics provide invaluable data for reconstructing soil genetic processes. Moreover, classification and identifying characteristics of soils are pre-requisites for the optimum use and management of soil resources. Soil Taxonomy and World Reference Base (WRB) is among the most extensively used classification systems worldwide.

Since no data about soils of the Jazmoorian Playa is available, the present research was performed with the following objectives: 1) studying physical, chemical, and micromorphological properties of soils in the Jazmoorian Playa related to different geomorphic surfaces, and 2) classifying soils of the region by Soil Taxonomy (2014) and WRB (2015) systems.

Materials and Methods: The Jazmoorian playa is located in Kerman and Sistan Baloochestan provinces. The Jazmoorian Playa is a continental depression of late Pliocene. The playa is about 360 m above sea level with about 65 km length and 45 km width located between 58° to 60° longitudes and 27° to 28° latitudes. The area extends to the igneous Bazman Mountains to the northeast, the igneous Jebalbarez Mountains (granodiorite, andesite, granite) to the north and northwest, the Beshagard Ophiolite Mountains of Cretaceous and Paleocene to the south, and the colored Mélanges to the Oman Sea. Soil moisture and temperature regimes of the area were aridic (and aquic in limited areas) and hyper thermic, respectively. Wet zone, fan delta, clay flat, puffy ground clay flat, sodic clay flat, and salt crust were among the geomorphic surfaces investigated in the playa. In order to study the maximum soil variations in the area, eight representative pedons were described and sampled. Collected soil samples were air dried, grounded, and passed through a 2 mm sieve, and routine physical and chemical soil properties were then analyzed. Undisturbed soil samples were used for micromorphological observations. The soils were classified according to Soil Taxonomy (33) and WRB (11) systems.

Results and Discussion: Results showed that EC contents of the saturated extracts ranged from 0.5 (fan delta) to 222.2 (salt crust) dS/m. The soils of the playa in Kerman Province affected by the Halilrood River had less salinity compared to the soils on playa surfaces in Sistan Baloochestan Province under influence of the Bampoor River. In addition, salt crust was only formed in parts of the playa located in Sistan Baloochestan Province. Clay coating and lenticular gypsum crystals were among the micromorphological features observed in the Jazmoorian Playa's soils. The clay coating was formed due to high Na content. However, lenticular gypsum was formed due to small volume pore spaces as well as high salinity of the area. High soluble salts (Table 3) caused a salt coating around pore spaces to be formed due to evaporation of saline water table. WRB system could better classify soils into Solonchak and Solonetz RSGs compared to Soil Taxonomy system which classifies all soils as the Salids sub order. Natric Aquisalids, Typic Natrisalids, Natric Haplosalids, and Puffic Haplosalids sub groups and Natrisalids great group are recommended to be added to Soil Taxonomy system for more harmonization between the two classification systems. Furthermore, the definition of salic horizon in WRB system (EC of at least 15 dS/m and the EC multiplied by thickness of at least 450) is recommended to be included in Soil Taxonomy, because of limitations induced by salts and for a better correlation of the two systems.

Conclusion: Results of physicochemical properties clearly showed that electrical conductivity of soil saturated extracts was in the range of 0.5 to 222.2 dS/m. The part of the playa located in Sistan Baloochestan Province is more saline than the part in Kerman Province. More salinity of playa in Sistan Baloochestan Province was attributed to the Bampoor River which passes through evaporative formations located in east and southeast of the

1, 2 and 3- Ph.D. Student and Professors, Department of Soil Science, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: farpoor@uk.ac.ir)
4- Assistant Professor, Nature Engineering Department, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Iran
DOI: 10.22067/jsw.2021.67332.0

area. Micromorphological observations showed clay coatings and lenticular gypsum crystals as pedogenic features. The soils of the area were classified as Aridisols and Entisols (according to Soil Taxonomy system) and Solonetz, Solonchaks, Fluvisols, and Regosols Reference Soil Groups based on WRB classification system. Moreover, WRB system was capable of separating saline from saline-sodic soils, however, Soil Taxonomy classifies both soils as Salids suborder. Therefore, WRB system is better suited for classification of the soils of our study area as compared with Soil Taxonomy.

Keywords: Clay coating, Geomorphology, Saline soils, Soil Taxonomy, WRB